



(12) **Offenlegungsschritt**  
(11) **DE 3616901 A1**

(51) Int. Cl. 4:  
**B21D 53/84**  
F 01 L 1/04

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)  
21.05.85 JP P 109086/85

(71) Anmelder:  
Musashi Seimitsu Kogyo K.K., Toyohashi, Aichi, JP  
(74) Vertreter:  
Liesegang, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000  
München

(72) Erfinder:  
Suzuki, Hideo, Toyohashi, Aichi, JP

(54) Verfahren zum Herstellen einer Aufbau-Nockenwelle

Eine Aufbau-Nockenwelle wird durch Aufschieben von Nockenscheiben auf eine Hohlwelle, Aufstülpen von Endkappen über die Enden der Hohlwelle, Einbringen der so gebildeten Konstruktion in eine Form, axiales Zusammendrücken der Hohlwelle von den beiden Enden her nach einwärts zum Bewerkstelligen einer Stauch-Rohrausweitung und temporären Fixieren aller Bauteile und durch Einbringen eines Fluids unter Druck in die Hohlwelle hergestellt, wodurch der Durchmesser der Hohlwelle in bestimmten Bereichen ausgeweitet wird und eine einteilige Aufbau-Nockenwelle geschaffen wird.

auswärts in die Ringnut gewölbt wird, wenn das Fluid unter Druck in die Hohlwelle eingebracht wird.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Einführteil der Höhlung (12) jeder Endkappe polygonalen Querschnitt hat und die Hohlwelle (2) durch das eingebrachte Fluid entsprechend der polygonalen Gestalt ausge-dehnt und mit jeder Endkappe (4,5) verriegelt wird.
- 10
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine (5) der beiden Endkappen ein zentrales Durchgangsloch (5a) aufweist, in welches eine Druckdüse (25) dicht eingesetzt ist, um dadurch Fluid unter Druck in die Hohlwelle (2) einzubringen.
- 15
- 20 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß beim Eindringen des Fluids unter Druck in die Hohlwelle (2) die Endkappen (4,5) und die Druckdüse (25) nach einwärts in die Form (20,21) hineingedrückt werden.
- 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhlung (12) mindestens einer Endkappe (4a) einen in die Innenfläche eingepaßten Dichtring (30) zum dichtenden Kontakt mit dem Ende der Hohlwelle (2a) aufweist.
- 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Grund (15b) der Höhlung (12) mindestens einer Endkappe (4b)

über das Kupplungsstück (36) axial an die Hohlwelle und durch Gegendrücke auf die andere Endkappe (4) axial gegen die Hohlwelle ausgebaucht wird.

5 13. Aufbau-Nockenwelle aus einem eine Hohlwelle bildenden hohlen Rohrstück (2), darauf aufgeschobenen Nockenscheiben (3) und auf die Enden des Rohrstücks aufgesetzten Endkappen (4,5), wobei diese Teile einen dichten Preßverband miteinander bilden.

verbundene Arbeitsaufwand ist hoch, wodurch die Herstellung in nachteiliger Weise ineffizient ist.

Wenn ferner die Nockenscheiben mit der Hohlwelle

5 durch ein Ausbauchen verbunden werden, werden bestimmte Ausbauchungen in der Hohlwelle erzeugt, und die Gesamtlänge der Hohlwelle wird verkürzt. Hierdurch entstehen große Abmessungsabweichungen der Wellenenden bezüglich der benachbarten Nockenscheiben bei Nocken-

10 wellen, die fertig ausgebaucht sind. Um deshalb genaue Abmessungen zwischen den Nockenscheiben und den Wellenendteilen sowie den beiden Wellenenden zu erzielen, ist erforderlich, eine Abmessungskorrektur der Wellenenden der Hohlwelle nach dem Ausbauchen und vor dem

15 Befestigen der Wellenendteile vorzunehmen.

Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß es schwierig ist, eine hinreichend feste Verbindung zu erhalten, wenn die Wellenendteile auf die Wellenenden der Hohl-

20 welle durch ein Ausbauchen aufgebracht werden. Ferner ist die Dichtung zwischen den in Kontakt stehenden Teilen der Hohlwelle und der Wellenendteile während des Ausbauchens nicht sehr verlässlich, so daß aus diesem Grund Festigkeitsabweichungen der Verbindungs-

25 stellen der Wellenendteile bei der fertigen Aufbau-Nockenwelle beobachtet wurden, wodurch die Qualität des fertigen Produktes streut.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß es überhaupt nicht

30 möglich ist, durch eine äußere Inspektion der Verbindungsstelle zwischen der Hohlwelle und dem Wellenendteil den Zustand der Verbindung zu beurteilen, und daß darüberhinaus eine zerstörungsfreie

Konstruktion in eine Form und Einführen eines Fluids unter Druck in die Hohlwelle, um dadurch dieselbe auszubauchen und im Durchmesser in bestimmten Bereichen auszuweiten und dadurch gleichzeitig die Nockenscheiben und die Endkappen einteilig mit der Hohlwelle zu vereinigen.

Gemäß der Erfindung kann das Verfahren ferner nach dem Einbringen der oben näher bezeichneten vormontierten Konstruktion in eine Form das Zusammendrücken der Hohlwelle in axialer Richtung von beiden Enden her nach innen umfassen, um dadurch einen temporär fixierten Zustand zwischen der Hohlwelle einerseits und den Endkappen und den Nockenscheiben andererseits durch Stauchausweitung zu schaffen, bevor ein Fluid unter Druck in die Hohlwelle eingebracht wird, um diese auszubauchen und den Durchmesser an besonderen Stellen auszuweiten und dadurch die Verbindungsfestigkeit zwischen der Hohlwelle und den Nockenscheiben sowie den Endkappen zu erhöhen.

Die Erfindung ist im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an Ausführungsbeispielen mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Es zeigen:

25 Fig. 1 eine teilweise geschnittene Seitenansicht einer Aufbau-Nockenwelle in einer Form nach der Vollendung eines Ausbauchprozesses;

30 Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Endkappe der Nockenwelle, die mit einer Hohlwelle zu verbinden ist;

35 Fig. 3 einen Schnitt nach der Linie III-III in Fig. 2 in Pfeilrichtung gesehen;

Fig. 4 eine Darstellung ähnlich Fig. 1, wobei die

Fig. 12 eine Seitenansicht ähnlich Fig. 4, wobei Teile einer montierten Nockenwelle in einer Ausbauchform aufgenommen sind, die darauf geschlossen wurde.

5

In Fig. 1 sind die wesentlichen Bauteile des gezeigten Beispieles einer Aufbau-Nockenwelle 1, welche mit einem Verfahren gemäß der Erfindung erzeugt wurde, eine Hohlwelle 2 aus einem Stahlrohr, Nockenscheiben 10 oder -platten 3, Endkappen 4 und 5 und ein Lagerzyliner 6.

Die Nockenscheiben 3 sind angenähert entsprechend den gewünschten Nockenprofilen durch Gießen, Schmieden, Sintern o. dgl. hergestellt und mit Durchgangslöchern versehen, durch welche die Hohlwelle 2 vor ihrer Durchmesseraufweitung durchgesteckt werden kann. Diese Durchgangslöcher sind mit Verriegelungsmitteln versehen; sie haben beispielsweise sechseckigen Querschnitt zum Vermeiden einer Relativdrehung zwischen den Nockenscheiben 3 und der Hohlwelle 2 nach deren Zusammenfügen. Der Lagerzyylinder 6 ist ebenfalls mit solchen Verriegelungsmitteln versehen.

25 Wie in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist, weist die Endkappe 4 im wesentlichen einen Lagerteil 10 und einen Zahnteil 11 auf, wobei diese Teile einstückig und koaxial miteinander geformt sind. Ein Zentrierloch 16 kann beim Schleifen der Nocken 3 verwendet werden.

30 Das Zentrierloch 16 ist mittig in das Lagerteil 10 vom Stirnende her eingebohrt und mit einem Innengewinde 17 versehen. Eine zylindrische Höhlung 12 ist im Zahnteil 11 zum inneren Ende hin offen ausgebildet. Die Endkappe 4 ist ferner mit Verriegelungsmitteln 35 zum Verhindern einer Drehung relativ zur Welle 2 nach Montage und Verbindung damit versehen, wobei diese Verriegelungsmittel bei der vorliegenden Ausführung ein Eintrittsteil 13 der Höhlung 12 viel-

welle 2 mittels einer hydraulischen Kolben-Zylindervorrichtung (nicht gezeigt) zusammendrücken, um den Flüssigkeitsdruck der in das Innere der Hohlwelle 2 mittels einer Druckvorrichtung (ebenfalls nicht 5 gezeigt) eingebrachten Flüssigkeit aufzunehmen.

Die Druckdüse 25 hat einen Druckeinführeinlaß 26 und ein Innenteil 35 kleinen Durchmessers sowie ein anschließendes Teil großen Durchmessers, wobei eine 10 Schulter 18 zwischen diesen Teilen ausgebildet ist. Der Teil 35 kleinen Durchmessers ist in das Ende der Hohlwelle 2 mit der Schulter 18 als Anschlag am äußersten Ende der Endkappe 5 eingeschoben. Der Teil 35 weist um seinen äußeren Umfang eine Unter- 15 stützung 19 auf.

Zum Montieren der Nockenwelle werden zuerst die Nockenscheiben 3 und der Lagerzylinder 6 auf die Hohlwelle 2 aufgeschoben, bis sie sich in ihren vorgeschriebenen Stellungen befinden. Dann werden die Endkappen 20 4 und 5 auf die entsprechenden Enden der Hohlwelle aufgeschoben. Die so montierten Teile werden dann in die Ausbauchform eingebracht und in den vier gezeichneten Pfeilrichtungen unter Druck gesetzt, um 25 die Form zu schließen.

In diesem Zustand befinden sich die Endkappen 4 und 5 noch nicht in ihren Endstellungen, die sie erst nach Vollendung der Nockenwelle einnehmen. Der Grund 30 hierfür ist, daß die Hohlwelle 2 mit einer um einen bestimmten Betrag größeren Länge als die Endlänge gefertigt ist, um ein Schrumpfen der Gesamtlänge aufgrund des Ausbauchens zuzulassen und gleichzeitig eine Druckabstützung zwischen dem Wellenende und 35 dem Grund 15 der Endkappe 4 während der Anfangsphase des Ausbauchens zu ermöglichen, wodurch eine Abdichtung dazwischen erzielt ist.

unterschiedlichen Buchstaben für jedes Beispiel bezeichnet.

Bei dem Beispiel gemäß den Fig. 5 und 6 ist eine  
5 O-Ringnut an einer geeigneten Stelle in der Innen-  
wand der zylindrischen Höhlung in der Endkappe 4a  
ausgebildet, und ein O-Ring 30 ist in diese Nut ein-  
gesetzt. Hierdurch wird die Dichtwirkung zwischen  
den in Kontakt stehenden Teilen, der Hohlwelle 2a  
10 und des O-Ringes 30, während der Anfangsphase des  
Ausbauchens erhöht, wodurch das Formen des auszubau-  
chenden Ringteiles 7a unterstützt wird.

Wie sowohl aus dem oben beschriebenen Beispiel als  
15 auch aus den folgenden Beispielen deutlich wird,  
sollte mangels ausreichender Länge in axialer Richtung  
die Dichtung für die unter Druck gesetzte Flüssigkeit  
zwischen der Endkappe und der Hohlwelle in der Anfangs-  
phase des Ausbauchens an einer Stelle nächst dem  
20 Ende der Hohlwelle, mindestens zwischen dem äußersten  
Ende der Hohlwelle und ihrem ringförmig auszubauchenden  
Teil, gelegen sein, um den vieleckigen Teil und einen  
ringförmig ausgebauchten Teil nahe dem Ende der Hohl-  
welle in der räumlich beschränkten zylindrischen  
25 Höhlung der Endkappe zu formen.

Bei einer anderen Ausführung gemäß den Fig. 7 und  
8 ist die Verbindung zwischen dem Grund 15b und dem  
innersten zylindrischen Abschnitt der zylindrischen  
30 Höhlung der Endkappe 4b angeschrägt, um eine konkave  
Kegelstumpffläche 31 vor dem Ausbauchen zu schaffen,  
und eine Berührungsdiichtung mit Linienberührung ist  
zwischen dieser Kegelstumpffläche 31 und der äußeren  
Umfangskante der Endfläche der Hohlwelle 2b während  
35 des Ausbauchens hergestellt. Ferner wird der Teil

gesetzte Richtungen gegen die Endkappen 4 und 5 mittels einer hydraulischen Kolben-Zylindervorrichtung (nicht gezeigt) angedrückt, um den Druck des in das Innere der Hohlwelle mittels einer Druckvorrichtung 5 (ebenfalls nicht gezeigt) eingelassenen Druckmittels wie bei der zuerst beschriebenen Ausführung aufzunehmen.

Die Hohlwelle 2, die Nockenscheiben 3, der Lagerzy-  
10 linder 6 und die Endkappen 4 und 5 werden mit dem Kupplungsstück 36 montiert in die Ausbauchform 20, 21 eingesetzt, welche dann gemäß Fig. 12 geschlossen wird.

15 Darauf werden der Wellenendkopf 24 und die Druckdüse 25 gleichzeitig einwärts gegen die Hohlwelle 2 ge- preßt, bis sie die Positionen gemäß Fig. 11 erreichen, wo sie durch die obere und die untere Formhälfte 20 und 21 an einer weiteren Bewegung gehindert werden,  
20 um so eine sogenannte Stauch-Rohrausweitung zu schaf- fen.

Durch diese Stauch-Rohrausweitung werden bestimmte Teile der Hohlwelle 2 nach außen gewölbt, und die 25 Nockenscheiben 3 der Lagerzylinder 6 sowie die End- kappen 4 und 5 werden temporär fixiert. Gleichzeitig nehmen die Enden der Hohlwelle 2 einen Zustand ein, in dem sie mit großer Kraft an den Gründen 15, 15 der zylindrischen Höhlung 12, 12 der entgegengesetz- 30 ten Endkappen 4 und 5 anliegen, wodurch die Gesamt- länge der Aufbau-Nockenwelle 1 bestimmt wird.

Mit der Form und ihrem Inhalt in diesem Zustand, in welchem die Druckkraft zum Schließen der Form 35 und die Druckkraft zum Stauchen aufrechterhalten werden, kann dann Arbeitsfluid, wie eine Emulsion, in das Innere der Hohlwelle 2 ebenso wie bei der vorbeschriebenen Ausführung eingebracht werden, und

befestigt werden. Darüberhinaus wird die Effektivität der Fertigung der Aufbau-Nockenwellen stark verbessert.

- 5 Durch Anwenden der Erfindung wird ferner erreicht, daß dann, wenn die Hohlwellen in Kontakt mit den Innenwänden der Nockenscheiben bei fortschreitender Stauch-Rohrausdehnung in Kontakt kommen, die Verformung der axialen Enden der Hohlwelle, auf welchen
- 10 die Endkappen aufgestülpt sind, merklich fortschreitet. Dadurch wird möglich, die hohlen Wellenenden, welche aufgrund ihres Widerstandes gegen ein Formen mittels Druckfluid nur schwer in eine gewünschte Gestalt gebracht werden können, im wesentlichen gleich-15 förmig an die Gestalt der Innenwandflächen der Endkappen anzupassen.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal der Erfindung besteht darin, daß als Ergebnis der Stauch-Rohraus-20 weitung der Hohlwelle die elastische Kraft der Hohlwelle auch auf die damit in Kontakt stehenden Teile der Wellenenden und die Endkappen übertragen wird, so daß die Dichtung dazwischen vervollkommen werden kann, wodurch beim Verbinden der Bauteile der Auf-25 bau-Nockenwelle die Endkappen sicher mit der Hohlwelle ohne übermäßige Kraftausübung selbst dann verbunden werden können, wenn der ausgeübte hydraulische Druck abgesenkt wird. Ferner wird eine hochfeste Verbindung mit nur geringfügigen Festigkeitsabwei-30 chungen erhalten.

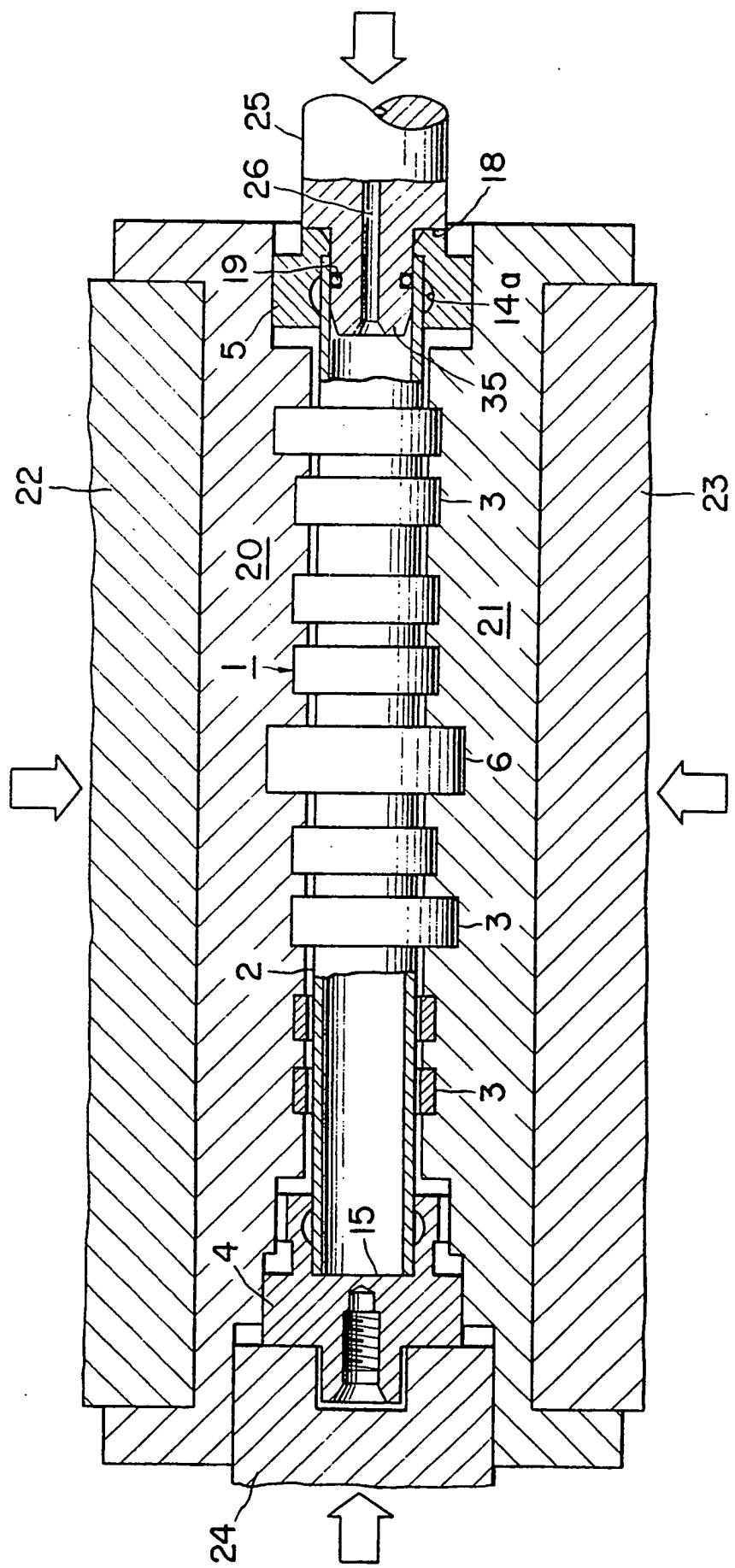


FIG. 4

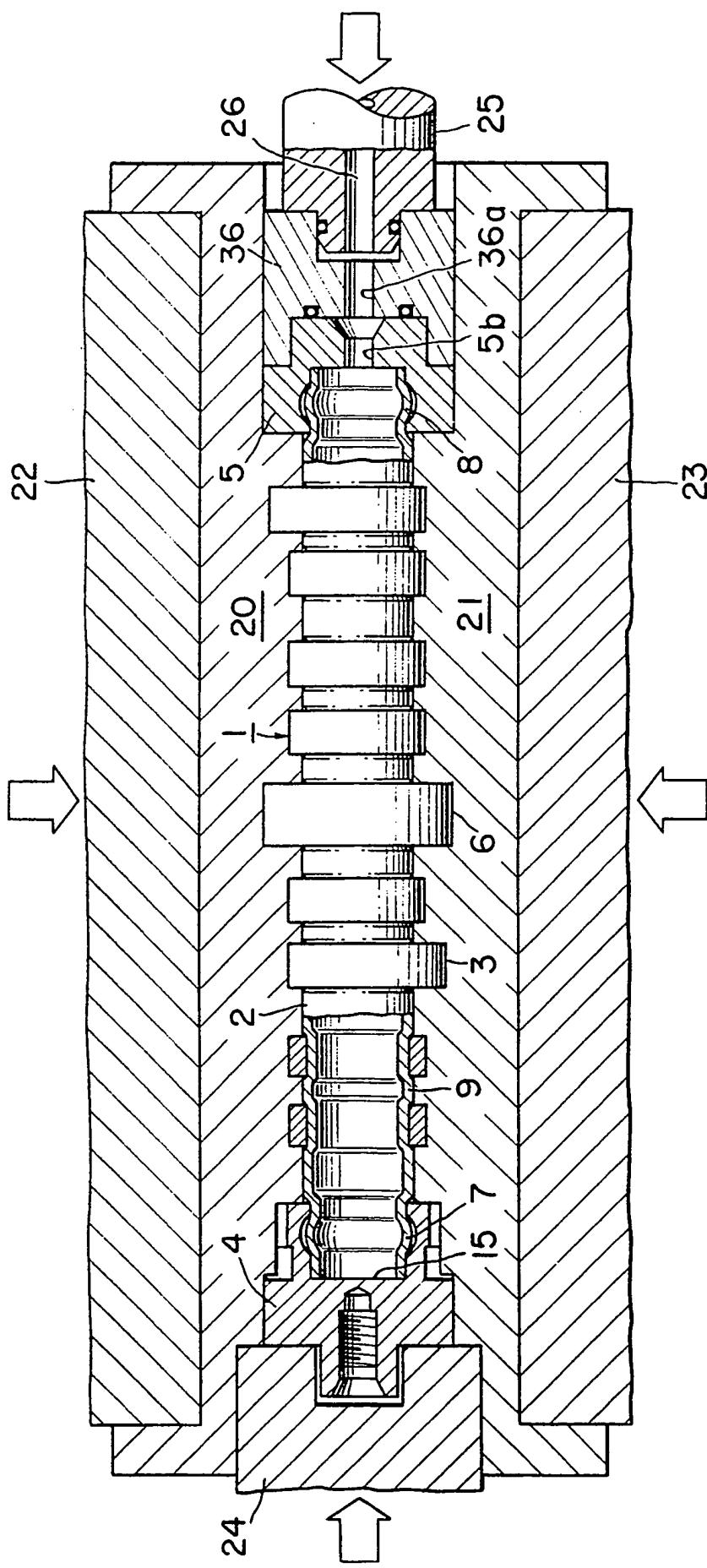


FIG. II